

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **64-059303**

(43)Date of publication of application : **07.03.1989**

(51)Int.Cl. **G02B 6/12**
G02B 6/42

(21)Application number : **62-217628**

(71)Applicant : **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

(22)Date of filing : **31.08.1987**

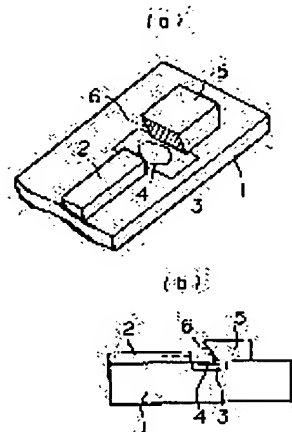
(72)Inventor : **MADA YOICHI
KAWACHI MASAO**

(54) OPTICAL COUPLING PART FOR OPTICAL WAVEGUIDE AND LIGHT RECEIVING/EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To miniaturize an optical integrated circuit, to allow it to have a high performance, and to simplify the constitution, by forming a light receiving/ emitting element in the vicinity of the end part of an optical waveguide on the surface of a semiconductor substrate.

CONSTITUTION: On a semiconductor substrate 1, an optical waveguide 2 is formed, and on the surface of said semiconductor substrate 1, a light receiving/ emitting element 3 which is positioned in the vicinity of the end part of the optical waveguide 2 and has a light receiving/emitting part 4 is formed. Also, on the semiconductor substrate 1, a minute reflecting mirror 5 (optical path converting part) which is positioned in the vicinity of the end part of the optical waveguide 2 and brings the optical waveguide 2 and the light receiving/emitting element 3 to optical coupling is installed. The optical waveguide 2 formed on the semiconductor substrate 1 and the light receiving/emitting element 3 formed in the vicinity of this end part can be brought to optical coupling efficiently, therefore, the optical integrated circuit can be miniaturized easily, and also, the constitution is simplified.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-59303

⑤ Int. Cl.⁴

G 02 B

6/12
6/42

識別記号

庁内整理番号

B-7036-2H
8507-2H

⑬ 公開 昭和64年(1989)3月7日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 光導波路と受発光素子との光結合部

⑮ 特 願 昭62-217628

⑯ 出 願 昭62(1987)8月31日

⑰ 発 明 者 間 田 洋 一 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑱ 発 明 者 河 内 正 夫 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 志賀 正武

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路と受発光素子との光結合部

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板上に形成した光導波路と受発光素子とを光結合してなる光結合部において、前記受発光素子を前記半導体基板表面の光導波路端部近傍に形成し、前記半導体基板上の光導波路端部近傍に該光導波路と受発光素子とを光結合させる光路変換部を設置してなることを特徴とする光導波路と受発光素子との光結合部。

(2) 光路変換部として、光導波路端面および受発光素子表面に対してそれぞれ45度の傾きをもって対向する面を反射面とする微小反射鏡を設置することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光導波路と受発光素子との光結合部。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光通信や光情報処理システムの基本構

成要素である光導波路と受発光素子との光結合部に関する。

(従来技術・発明が解決しようとする問題点)

光通信あるいは光情報処理システムを構成する光回路部品の小型化・高信頼性化・低価格化を実現するため、導波型光部品の開発が行なわれている。導波型光部品を利用するに際しては、光導波路と受発光素子とを効率良く結合する必要がある。従来、光導波路と受発光素子とを結合するいくつかの方法が提案されているが、いずれの方法も以下に述べる欠点を有する。

まず、第4図は従来の光導波路と受発光素子との光結合部の一例を示す図であり、この図において1は半導体基板、2は半導体基板1上に形成された光導波路、3は受発光部4を有する受発光素子である。この光結合部は、受発光素子3を基板1の端面に固定することによって該受発光素子3が光導波路2の端部に直接結合されている。

この第4図に示す光導波路2の端部に直接受発光素子3を結合する手段では、結合場所が基板端

面に制約されるため、光回路設計の自由度が少ないという欠点を有する。また、受発光素子を基板端面に固定するため、基板端面の精密加工が必要となる。

第5図(a)、(b)は上述した手段の欠点を補うべく提案された方法で、基板面に対して約45度の角をなす反射面6を有する反射鏡5を介して、光導波路2と基板上に固定された受発光素子3とを結合するものである。第4図に示した方法と異なり、光回路設計の自由度が制約されることは無く、また基板端面の加工も不要であるが、光導波路に結合する個別の受発光素子の容器が光導波路に比較して大きいため、あまり小型化は実現できない。また、受発光素子と反射鏡を基板上に固定するため、第4図の方法に比較して構造がやや複雑になる。

本発明は上記の問題点を解決するべくなされたもので、光導波路、受発光素子、信号処理回路等で構成される光集積回路の小型化・高性能化を実現可能で、構成が簡単である光導波路と受発光素

子との光結合部を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、半導体基板上に形成した光導波路と受発光素子とを光結合してなる光結合部において、前記受発光素子を前記半導体基板表面の光導波路端部近傍に形成し、前記半導体基板上の光導波路端部近傍に該光導波路と受発光素子とを光結合させる光路変換部を設置してなることを特徴とするものである。

従来の技術とは次の点が異なる。即ち、第4図に示す受発光素子の位置は基板端面であるが、本発明では基板表面である。次に、第5図に示す構造では、受発光素子が受光素子である場合、光導波路より出射した光は微小反射鏡で反射されたのち自由空間に向かって進むが、本発明の方法では逆に基板に向かって進む。また、前者では受光素子は基板上に固定されているが、後者では基板表面に形成されている。受発光素子が発光素子である場合も同様の点異なる。

(実施例)

第1図(a)、(b)は本発明の一実施例を示す図であり、第1図(a)は光結合部の斜視図、第1図(b)は光結合部の側面図である。図に示すように、半導体基板1上には光導波路2が形成されており、同半導体基板1の表面には光導波路2の端部近傍に位置させて受発光部4を有する受発光素子3が形成されている。また、半導体基板1上には、光導波路2の端部近傍に位置させて光導波路2と受発光素子3とを光結合する微小反射鏡5(光路変換部)が設置されている。微小反射鏡5は、光導波路2の端面に対して略45度の傾きをもって対向し、かつ受発光素子3の受発光部4表面に対して略45度の傾きをもって対向する反射面6を有するものである。

上記の構成において、受発光素子3が例えば受発光素子である場合には、光導波路2を出射した光は光路変換部である微小反射鏡5により略90度向きを変えたのち、基板1の表面に形成した受発光素子の受光部に入射する。

本発明では、光導波路形成基板表面に形成した

受発光素子と光導波路とを光結合する。このため、容器寸法の大きい個別の受発光素子と光導波路とを結合する従来技術に比較して、小型化が可能となる。また、従来の方法と異なり、受発光素子の基板上への固定は不要であるため、信頼性も向上する。さらに、受発光素子隣接領域に増幅器等の信号処理回路を製作した場合には、光導波路、受発光素子ならびに信号処理回路を集積できるため、一層の小型化・高信頼性化を実現しうるほか、受発光素子と信号処理回路間のケーブル接続による信号遅延も減少するため、高速化も可能となる。

次に第1図に基づきより具体的な実施例について述べる。

はじめに光導波路を製作した。まず、火炎直接堆積法により、p型エピタキシャルシリコン基板(エピタキシャル層抵抗率 $40\Omega\cdot\text{cm}$ 、バルク抵抗率 $0.1\Omega\cdot\text{cm}$)上にバッファ層、コア層、クラッド層の順に石英系光導波膜を堆積した。次に、反応性イオンエッチング法により光導波路形成部以外の石英を除去して、基板シリコン面を露出さ

せた。以上により、幅 $40\mu m$ ・高さ $70\mu m$ 断面を有する石英系光導波路を製作した。

次いで受光素子を製作した。素子製作時の高温熱処理による光導波路特性の劣化を防ぐため、素子製作には低温プロセスを用いた。まず、レーザアニールで結晶欠陥に起因するドナを発生させる方法により、光導波路端面近傍のシリコン基板表面に n 型領域を形成した。次に、反射防止膜として酸化膜を減圧CVD法により堆積した。次に、電極用 $A\text{-}$ 膜の蒸着を行い、光導波路端近傍のシリコン基板表面に、直径 $200\mu m$ の受光素子を有するPIN受光素子を製作した。

最後に、光導波路と受光素子とを光結合するための光路変換部である微小反射鏡を取り付けた。微小反射鏡は、厚さ $100\mu m$ の石英ガラス板の斜め研磨面に $A\text{-}$ 膜を蒸着後、 $500\mu m$ 幅に切り出したものである。

実際に光導波路から光を入射させ受光素子出力を測定した結果、光導波路からの出射光を8割以上の効率で検出していることを確認した。

以上は受光素子4が受光部の場合の説明図であるが、受光素子4が発光部の場合にも全く同様な効果が得られることは明らかである。また、微小反射鏡の代わりに第2図に示す様にテーパ部を有する光導波路7あるいは第3図に示す様にプリズム8を光路変換部として用いても同様な効果が得られることは言うまでもない。

(発明の効果)

以上述べたように本発明によれば、半導体基板上に形成した光導波路とこの光導波路の端面近傍の半導体基板表面に形成した受光素子とを効率良く光結合し得る。また、本発明によれば、容器寸法の大きい個別の受光素子と光導波路とを結合する従来の方法よりも小型化が容易であり、かつ構成が簡単であるという効果が得られる。また、受光素子の基板への固定が不要であるため信頼性を向上できるという利点がある。また、信号処理回路と一体化構造の受光素子あるいは駆動回路と一体化構造の発光素子に対して光導波路を結合する場合には、素子間をケーブルで接続すること

による信号遅延が減少するため、小型化・高信頼性化に加えて高速化も可能となる。

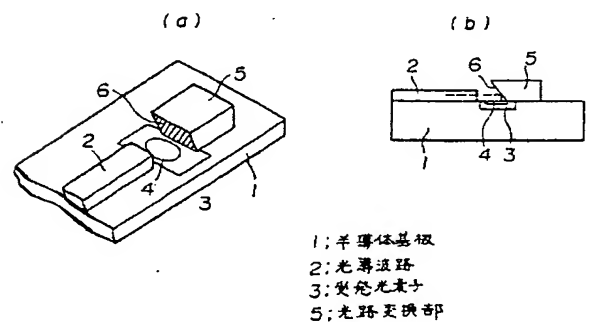
4. 図面の簡単な説明

第1図(a),(b)は本発明の一実施例を示す図であって、第1図(a)は光結合部の斜視図、第1図(b)は同側面図、第2図、第3図はいずれも本発明の別の実施例を示す分解斜視図、第4図は従来の光結合部の側面図、第5図(a),(b)は別の従来の光結合部を示す図であって、第5図(a)は光結合部の分解斜視図、第5図(b)は同側面図である。

- 1 ……半導体基板、
- 2 ……光導波路、
- 3 ……受光素子、
- 4 ……受光素子の受光部、
- 5 ……微小反射鏡(光路変換部)、
- 6 ……微小反射鏡の反射面、
- 7 ……テーパ部を有する光導波路、
- 8 ……プリズム。

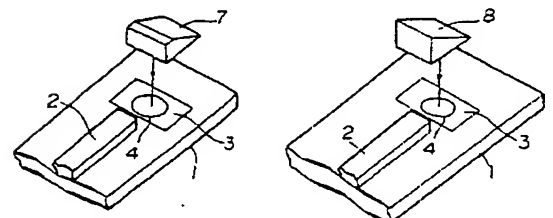
出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 志賀正武

第1図

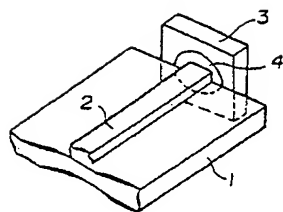


第2図

第3図



第4図



第5図

